視覚心像と眼球運動 ——心像の大きさの効果——

京都大学

竹田眞理子¹

VISUAL IMAGERY AND EYE MOVEMENTS : EFFECTS OF PROJECTIVE SIZE OF IMAGE ON EYE MOVEMENTS

MARIKO TAKEDA

Kyoto University

The effects of size of image on eye movements were explored. Eye movements of 18 subjects were recorded by the corneal reflection method. The subjects imagined various objects within an indicated circle of concentric circles presented externally. As the result, two types of the subjects were observed. They were as follows : (a) The majority moved their eyes within the projective angle under the 10° condition and the 30° condition whereas they scarcely showed eye movements under the 1° condition. Asked whether a property of the stimulus belonged to the image, over 60% of the subjects, under the 30° condition, showed a saccade to the proper projected part which might be considered as scanning. (b) Some subjects hardly moved their eyes under any of the conditions.

視覚心像と眼球運動の関係は今世紀初頭以来多くの研究によって扱われてきた。覚醒時に限ってみても、視覚心像に眼球運動が伴うとする研究もあれば、伴うとはいえないとする研究もある。これら覚醒時の視覚心像と眼球運動の関係に関する研究には、理論的なもの (Hebb, 1968 ; Neisser, 1967) のほか、かなり多くの実験的研究がある。そして、それらの多くは心像形成 (visual imagery) 時の眼球運動数または眼球運動率をとり上げている (Goldthwait, 1933 ; Marks, 1973 ; Stoy, 1930)。しかしながら、眼球運動数や眼球運動率を指標とした研究の結果は一致していない。

一方、眼球運動数や眼球運動率のごとき眼球運動の量的な面だけではなく、心像の視覚的内容との関連を重視した研究もいくつかある。それらは方法的には、(1) 予め視覚刺激を提示することなく、心像の内容の特性と眼球運動の対応をみたもの、(2) 予め実際に視覚刺激を提示した後にその刺激を思い浮かべさせて刺激との対応をみたもの、(3) 適切な外界刺激がない限り起こらないとされる追従運動 (pursuit movement) または動体注視眼振 (optokinetic nystagmus) が心像によっても起こ

るかどうかをみたものの3種に大別できよう。

(1) に属すものでは、Totten (1935) は水平方向に長いものや垂直方向に高いものを心像の対象に選び、心像形成時の眼球運動を記録した。その結果、心像の空間的特質に適合する眼球運動記録が多く得られた。

(2) に属すものとして、Hall (1974) は文字マトリックスを瞬間露出した直後に再生する行を指示すると、その行に対応した垂直方向の眼球運動が多く認められたことを報告、アイコニック・イメージを走査する眼球運動と考えた。しかし、刺激を残像の残らないタキストスコープで提示した後に再認をさせた梅本・古賀・竹田 (1975) の同様の実験では個人差が大きく、心像の走査と考えられる眼球運動が見られるとは限らなかった。Marks (1973) は絵刺激の想起課題を与えて眼球運動を測定したところ、位置に言及する質問の場合は適切な部分への軌跡がチャンスレベルより高かった。

(3) に属す (同時に (2) にも属す) もののうち、追従運動を用いたのは Deckert (1964) が最初である。彼によれば、振子を想像した時、閉眼状態では実際に振子を見ている時と同じような追従運動が現われたという。Brown (1968) は Deckert (1964) の技法を模して閉眼想起時の眼球運動をみたが、心像形成能力によって差があること、全体では眼球運動のなかった者が4割強あ

¹ 本稿をまとめるにあたり名古屋大学環境医学研究所 荻阪良二教授ならびに京都大学教育学部梅本堯夫教授から御助言を頂いた。両先生に深く感謝いたします。

り、眼球運動のあった場合も振幅が知覚時と異なる者が多くあったことを報告、Lenox, Lange, & Graham (1970) も心像によってはサイン波の追従運動は現れなかったとしている。これら追従運動を用いた方法に対し、Zikmund (1972) は一連の実験で動体注視眼振が視覚心像によって起こるかどうかをみた。その結果、先に見た動く縞の鮮明な心像があると報告された時に繰り返し眼振様の眼球運動が記録されたのは約 17% の被験者に過ぎなかった。

このような実験的研究のさまざまなアプローチ方法について次のような点を指摘できよう。眼球運動数や眼球運動率といった量的な面を指標とした研究は多いが、既にしばしば指摘されているように (Amadeo & Shagass, 1963; Nakamizo, 1971; Zikmund, 1972) 注意水準などの視覚心像以外の要因が眼球運動に影響を与えている可能性があり、“単に量的な基礎に基づいては視覚心像の眼球運動成分を他の非特定な影響と区別することは極めて困難である” (Zikmund, 1972, p.371)。さらに、重要なことに、これらは視覚心像の視角 (大きさ) の問題に対する配慮を欠いているのである。視覚心像の視角 (大きさ) の問題とは次のようなことである。知覚時であれば、同じ対象でも遠くから見る場合、すなわち視角が小さい場合と、近くから見る場合、すなわち視角が大きい場合とでは眼球運動が異なるのが普通である。視角 (大きさ) は視覚心像の場合においても眼球運動に大きな影響を及ぼすことが当然考えられよう。ところが、予め視覚刺激の提示がある場合を除けば、視覚心像についても視角を考慮して眼球運動を測定したのは、筆者の知る限りでは Totten (1935) のみである。予め提示された視覚刺激との対応をみたものと、追従運動や動体注視眼振を利用したものの場合、視角が一応統制されていると考えられるし、知覚時との比較ができる等の長所がある。しかし、このうち前者の場合は短期記憶ももっと短い記憶にかかわるような心像に限られるし、心像形成時の眼球運動は先行の外界刺激に縛られたものとなる。また、中には残像が排除されていたかどうか疑わしい実験もある。後者、すなわち追従運動や動体注視眼振の場合はこの種の眼球運動の特殊性を巧みに利用したユニークな方法であるが、残念なことに、知覚時には最もありふれた眼球運動の様相である飛越運動 (saccadic movement) と停留 (fixation) についてみることはできない。

そこで本研究では、視覚心像と眼球運動の関係にアプローチするため、本来内的な視覚心像を外界刺激上に投影させ、その投影された心像の視角を操作、以下の点について検討する。(1) 投影された心像の視角が異なると眼球運動の特性も異なるのかどうか、(2) 眼球運動が起こるとすれば心像が形成される前か後か、また心像の一

部分に注意を向けさせた時にその部分の投影個所への走査が起こるのか否か。(1) は本研究の主要な検討点であり、心像の視覚的内容に対応した眼球運動が起こるのかどうかを明らかにしようとするものである。もしも心像の内容と眼球運動の間に対応があるのなら、投影された心像の視角に従って停留点の分布範囲が異なるであろうし、眼球運動数等も異なるかも知れない。なお、Totten (1935) は同一物を遠くからと近くから見たところの心像という条件設定であり、定性的分析のみなのに対し、本研究は投影された心像の視角を統制して定量的分析ができるようにする。(2) は、もしも心像の視覚的内容に対応した眼球運動が起こるとしたら、形成された心像の走査なのか、それとも心像を形成するために眼が動くのかをみようとするものである。もし後者であれば心像が形成される前に多くの眼球運動が出現するであろうし、前者であれば心像形成後に多くの眼球運動が見られるとともに、注意を向けた部分への走査が起こるであろう。

方 法

被験者 18 歳から 29 歳までの大学生および大学院学生 18 名 (男 9 名, 女 9 名)。全員、実験に支障のない視力 (矯正視力を含む) を有した。各被験者の利き眼が Luria (1966) の方法 (異なる距離にある垂直な棒状の 2 物体が両眼視で重なって見えるように調整させてどちらの眼からの直線上かを調べる) によって決定された。

装置 各被験者の利き眼の眼球運動がオフサルモグラフ TTKⅢ 型 (竹井機器製、一部改良) により角膜反射光法で記録された。各被験者は椅子に腰かけ、オフサルモグラフのあごのせ台にあごをのせることにより顔面を固定された。角膜ランプは各被験者の利き眼を約 23° 側方より照射した。記録はいわゆる流し撮りで、記録フィルムは刺激投影面の水平方向に毎秒 10 mm の速度で動かされた。したがって主に垂直方向の眼球運動が分析可能である。時間制御とイメージ潜時の測定がユニテック社製 UP 600 刺激反応自動制御測定記録装置により行われた。録音テープに貼りつけたセンシングテープにより自動制御測定記録装置を始動させるという方法で同装置と聴覚刺激 (テープレコーダから提示される声) を同期させた。

手続き 実験は通常の室内照明下で行われた。オフサルモグラフの上部、被験者の眼の前 30 cm に視角にして直径 30°, 10°, 1° の同心円 (黒) の書かれた白地カード (縦横 22 cm) が垂直に提示された。同心円カードの背景は黒カーテンで覆われていたが、実験者がカードと黒カーテンの間に位置した。被験者には以下の事柄が課された。1) 指示された円の中 (“心像の大きさ” と呼ぶ) にヘッドホン (両耳) から音声で提示されるもの (“心像の対象” と呼ぶ) の視覚的イメージを思い浮かべ、

イメージが思い浮かんだら反応ボタンを押し（イメージ潜時測定）、そのイメージを思い浮かべ続ける。2）しばらくして“心像の対象”の一部分（“確認の対象”と呼ぶ）があるか尋ねるから、思い浮かべているイメージの中にそれがあるかどうかを確認する。“心像の対象”は、日本の全国地図（Image₁: I₁）、立っている馬（Image₂: I₂）、奈良の大仏（Image₃: I₃）の3種で、各々“確認の対象”は、九州、馬の耳、大仏の足であった。これらの“心像の対象”および“確認の対象”はいずれも、知覚時であれば、そして刺激の視角が大きければ、垂直方向の眼球運動が起こると期待されるものである。このようなものを選んだのは、水平方向の眼球運動には心像形成と直接結びつかない側方眼球運動（lateral eye movement: Day, 1964）が混入する恐れがあること、眼球は水平方向より垂直方向の方が動かしにくいと考えられることによる。音声の提示は“心像の対象”について2秒間、その10秒後に“確認の対象”について1秒間行い、それに続いて“はありますか”という言葉が1秒間あった。実験はI₁, I₂, I₃の順でなされ、各々に“心像の大きさ”の条件のどれかが割当てられた。“心像の大きさ”の3条件は可能な順列6通りに各3名の被験者が配置された。各条件とも“心像の対象”提示後25秒たっても反応ボタンが押されない場合は無反応（NR）として打切られた。各条件終了後、イメージの図示を含む内省報告を求めた。また実験終了後、実際に思い浮かべられた3つのイメージの鮮明さの順位づけと、イメージの思い浮かべ易さについて、“心像の対象”は別としてどの“心像の大きさ”が思い浮かべ易いかという“心像の大きさ”間の順位づけ、および、“心像の大きさ”は別としてどの“心像の対象”が思い浮かべ易いかという“心像の対象”間の順位づけを各被験者に課した。

結 果

心像自体に関する測定 “心像の対象”提示後、反応ボタンが押されるまでをイメージ潜時とした。イメージ潜時の中央値は、“心像の大きさ”1°において2.05 sec（N=18, 領域 .13—NR）、10°において3.67 sec（N=

18, 領域 .38—NR）、30°において4.76 sec（N=18, 領域 .68—NR）であった。“心像の対象”別にイメージ潜時の中央値をみると、I₁では4.47 sec（N=18, 領域 .73—NR）、I₂では2.97 sec（N=18, 領域 .68—NR）、I₃では2.85 sec（N=18, 領域 .13—18.94）であった。

イメージの思い浮かべ易さは、“心像の大きさ”別でみると、最も思い浮かべ易いとされたのは10°が8名で最も多く、次いで30°が7名、逆に最も思い浮かべにくいとされたのは1°が13名で最も多かった。各“心像の対象”間には思い浮かべ易さの差はほとんどなかった。

イメージの鮮明さに関する順位づけの結果は、“心像の大きさ”別にみると、最も鮮明とされたのは30°が9名で最も多く、次いで1°が5名、逆に最も不鮮明とされたのは10°が7名で最も多かった。また、“心像の対象”別にみると、最も鮮明とされたのはI₂とI₃が共に7名で多く、逆に最も不鮮明とされたのはI₁が10名で最も多かった。

眼球運動に関する測定 眼球運動は“心像の対象”提示後15秒間を分析対象とした。記録フィルムは0.1 mm単位で分析された。なお、実験前に行われたキャリブレーションに基づく計算によれば、1°（垂直方向）はフィルム上に平均0.29 mm（N=18, SD 0.04）に投影された。

分析対象とした15秒間の眼球運動の垂直方向の振幅（平均と領域）を“心像の大きさ”毎に示したのがFig. 1である。この測定は垂直方向の停留点の分布範囲とほぼ同義である。Fig. 1に示されるように振幅の平均は30°, 10°, 1°の順に大きく、10°と30°においては全員の振幅がそれぞれ10°以下、30°以下（しかもうち10名は10°以上）であった。1°においては平均4.4°の振幅があったが、これは一点凝視時にみられる微動（眼球の微細運動の他に極めて小さい顔面の動きも混入の可能性）と同種のものと考えられる。I₁, I₂, I₃を合わせてサインランク検定（両側検定）を行ったところ、30°と10°間（N=17, T=10）、10°と1°間（N=15, T=12）、30°と1°間（N=17, T=9）のいずれも1%水準で有意差があった。このように全体的にみれば“心

FIG. 1. Mean and range of amplitude of vertical component.

FIG. 2. Mean and range of vertical eye movements for 15 sec following presentation of what to imagine.

像の大きさ”すなわち投影された心像の視角の大きさの効果は明らかであった。しかしながら、 10° や 30° においても平均値がかなり低いこと、領域の下限が 1° , 10° , 30° 共ほぼ同じであることからわかるように、個々のデータをみると個人差が著しく、“心像の大きさ”が異なっても振幅がほとんど同じという被験者もいた。具体的に述べると、“心像の大きさ” 1° , 10° , 30° の振幅の差が 2° 以下の者が5名あり、これらの被験者においては 30° で振幅が最大値を示すとは限らなかった。これに対し他の13名においては、1名が $1^\circ=10^\circ<30^\circ$ であった以外は全員 1° で最小値、 30° で最大値を示した。

次に飛越運動数についてみる。振幅と同様、本研究では垂直方向の眼球運動のみに分析を限定、垂直方向に 2° 以上の偏位をもつ飛越運動（瞬目を伴うものも含む）を垂直眼球運動とした。分析対象とした15秒間の垂直眼球運動数の平均と領域を示したのが Fig. 2 である。“心像の大きさ” 1° においてはわずか1名の被験者に1個の垂直眼球運動が観察されたのみであったが、“心像の大きさ”が 10° , 30° と、より大きければ、単に軌跡が広がっている（振幅の差）のみならず眼球運動数自体もそれに伴って多かった。ただし 10° , 30° と、一般にいわれる知覚時の眼球運動数よりは平均値は小さい傾向といえよう。 I_1, I_2, I_3 を合わせてサイン・ランク検定（両側検定）を行ったところ、 30° と 10° 間 ($N=17$, $T=12$), 10° と 1° 間 ($N=10$, $T=0$), 30° と 1° 間 ($N=15$, $T=0$) のいずれにおいても 1% 水準で有意差があった。このように全体的に見れば“心像の大きさ”の効果は振幅におけると同様、垂直眼球運動数においても明らかであった。しかし、ここでも著しい個人差が見られ、どの“心像の大きさ”でもほとんど眼球運動の起こらなかった者もいた。この点は後に垂直眼球運動率について述べる際に触れる。

以上は分析対象とした15秒間の垂直眼球運動数であったが、このうち“心像の対象”提示後反応ボタンを押すまでの心像形成過程についてみる (NR^2 は除外) と Fig. 3 のごとくで、15秒間の垂直眼球運動数と同じような傾向であった。 I_1, I_2, I_3 を合わせてサイン・ランク

FIG. 3. Mean and range of vertical eye movements in constructive process.

² “心像の大きさ” 30° , 10° , 1° に各1名。

TABLE 1
Number of the subjects without vertical eye movements in any blocks

Blocks			Projective size of image	
0 sec—R ¹	R—10 sec	10 sec—15 sec	10°	30°
(—)	(—)	(—)	8	3 (2)
(+)	(—)	(—)	2	1 (1)
(—)	(+)	(—)	1	1 (0)
(—)	(—)	(+)	2	3 (1)
(—)	(+)	(+)	1	2 (1)
(+)	(—)	(+)	0	1 (0)
(+)	(+)	(—)	0	1 (0)

Notes. $N=18$

(—) represents no vertical eye movements.

(+) represents some vertical eye movements.

Values in parentheses indicate number of the subjects who were included in the 10° condition.

検定（両側検定）を行ったところ、 30° と 10° 間 ($N=9$, $T=1.5$), 30° と 1° 間 ($N=8$, $T=0$) に 1% 水準で有意差があったが、 10° と 1° 間に有意差はなかった。なお、個々のデータについてみると、心像形成過程での運動の多少が15秒間の運動数の多少に一致するわけではなかった。

眼球運動は心像形成過程で起こるのか、心像形成後にでき上がった心像を走査するののかという第2の問題については心像形成過程垂直眼球運動数等からもある程度わかるが、さらに明確な形で検討するため、垂直眼球運動率の変化をみる。分析対象の15秒間を、心像形成過程 (0 sec—R), 反応後“心像の対象”提示10秒後まで (R—10 sec), 提示10秒後から15秒後まで (10 sec—15 sec) の3つの時間ブロックに分け、被験者毎に各ブロックにおける垂直眼球運動率、すなわち1秒あたりの垂直眼球運動数を算出した。なお、イメージ潜時が10秒を越えた場合は、0 sec—R ブロックは最初の10秒間につ

FIG. 4. Mean ratio of vertical eye movements.

いて算出、 $R=10$ sec ブロックは除いた。各時間ブロックにおける垂直眼球運動率の平均を Fig. 4 に示す。そこに示されるように“心像の大きさ” 1° 、 10° 、 30° のいずれにおいてもブロック間に平均垂直眼球運動率の変化はほとんどなく、 I_1 、 I_2 、 I_3 を合わせたサイン・ランク検定(両側検定)の結果も、いずれの“心像の大きさ”においてもブロック間に有意差はなかった。したがって一般的には、心像形成過程と心像形成後のどちらに眼球運動が多いとはいえない。しかしながら個々のデータについてみると、 1° では1名を除き全員が全ブロックで垂直眼球運動率0であったが、 10° と 30° ではブロック間で変化のみられる被験者もいた。そのうち垂直眼球運動率0のブロックがあったケースを Table 1 に示す。15秒間通して垂直眼球運動率0は“心像の大きさ” 10° で8名、 30° で3名であったが、前者は3種の“心像の大きさ”の振幅の差が 2° 以下の者5名のうち4名を含み、後者は全員振幅の差 2° 以下の者であった。

最後に、“確認の対象”提示直後に心像の当該部分への飛越運動が起こったか否かをみる。飛越運動が当該部分へのものかどうかは被験者によるイメージの図示をもとに判定した。なお、判定の信頼性をチェックするため筆者とは独立に別の判定者1名が判定した結果、一致率は88.9%であった。判定の結果、“心像の大きさ” 1° においては全員そのような飛越運動は生じなかったが、 10° では18名中4名(22.2%)に、 30° ではさらに増加して11名(61.1%)に心像の当該部分への飛越運動が観察された。また 10° においてそのような飛越運動が観察された者は全員 30° においても観察された。各“心像の大きさ”間の振幅の差が 2° 以下であった5名には、このような飛越運動は 30° において1名に観察された他は全く観察されなかった。なお、これらの飛越運動が生じたのは“確認の対象”提示開始後1.4秒から3.3秒にわたった。

性差は以上のどの測度においても認められなかった。

考 察

本実験の結果、全体的にみれば“心像の大きさ”の効果は、眼球運動の垂直方向の振幅をはじめ、あらゆる本実験で用いた眼球運動に関する測度において示された³。すなわち、多くの被験者においては投影された心像の視角が 30° 、 10° であれば眼の方もそれぞれの範囲内で動き、 30° の時の方が 10° より眼球運動が多い傾向であったが、投影された心像の視角が 1° であればほとんど眼は動かなかった。これは、絶対的な眼球運動量はともか

く、少なくとも相対的な眼球運動量については知覚時と類似した現象といえよう。それと共に、視覚心像と眼球運動の関係に関して、従来多くの実験において注意を払われなかった視覚心像の視角が眼球運動の決定要因の一つである可能性が示されたといえよう。もし心像の視角の限定を受けずに単にある物の心像の形成を行ったのであれば、そしてそのような手続きの実験は多いのであるが、大きな心像を形成していたら眼球運動が起こった被験者でも、たまたま小さな心像を形成したために眼が動かなかったかも知れない。事実、本実験の被験者のうち何人かは、“心像の大きさ” 1° の時が最もイメージを思い浮かべ易いと述べたのである。そしてイメージ潜時はむしろ 1° の時が最も小さかったし、イメージの鮮明さも他に劣るわけではなかった。いずれにせよ多くの被験者においては投影された心像の視角が眼球運動に影響を与えることが明らかになったわけで、このことから、心像形成時の眼球運動が心像の視覚的内容と関係する場合があるという可能性が示唆される。ただし、投影された心像の視角のみではなく、外的に与えられた同心円の刺激や刺激面に心像を投影する作業自体も眼球運動に影響を与えた可能性もあり、検討を要しよう。

このように被験者の全体的傾向としては投影された心像の視角の効果がみられた一方、それに劣らず重要な結果として、“心像の大きさ”が 10° や 30° の時もほとんど眼球運動が起こらず、振幅も 1° の時とはほぼ同じであった被験者が数こそ少ないが何名かいたという事実を忘れてはならない。この結果は、少なくとも、視覚心像が飛越運動を伴わないことがあるということを示唆する。また、本実験結果は、Totten (1935) の、心像の視覚的内容と対応した眼球運動の出現が最も少ない被験者でも8ケース中3ケースは対応した眼球運動が出現したという結果とは趣を異にし、心像形成時に眼球運動のなかった者と知覚時と同様の眼球運動が現れた者の両方があったという点では、むしろ Brown (1968) や Zikmund (1972) の結果に近いといえよう。ただしある対象物の知覚時に必要とされるような眼球運動がその物の視覚心像形成において起こる、という Totten (1935) の結論の妥当性を吟味するためには知覚時の眼球運動を測定する必要がある。また、心像の鮮明さを被験者間で比較することは本研究は行わないので、眼球運動の起こらなかった被験者の心像の鮮明さが、眼球運動の起こった被験者のそれに比べて劣らないという保証はない。しかし、イメージ潜時は心像形成過程垂直眼球運動のなかった被験者の方がむしろ短い傾向があった(後述)。したがって、少なくとも、 10° や 30° の心像の場合でも心像形成が容易な時に眼球運動が起こるというわけではなからう。

では、このように心像形成時に眼球運動が生起するケースとしないケースがあるのはどこに由来するのだろうか

³ 本研究においては眼球運動の垂直成分を分析の主対象としたので“結果”としては述べなかったが、水平成分をも含めた眼球運動数、眼球運動率として分析してもほぼ同じ結果であった。

TABLE 2
Vertical eye movements in constructive process and strategy

	1°			10°			30°		
	Whole image†	Partial image††	Total	Whole image	Partial image	Total	Whole image	Partial image	Total
Number of the subjects with vertical eye movements	0	0	0	2	4	6	3	6	9
Number of the subjects without vertical eye movements	14	3	17	6	6	12	7	2	9
Total	14	3	17†††	8	10	18	10	8	18

† The whole of what to imagine was imagined at first.

†† A part of what to imagine was imagined at first.

††† One subject was excluded because of uncertainty of strategy.

か。ここでは、まず一つの可能性として、眼球運動が生起するか否かが、“心像の対象”の部分部分を思い浮かべていった（たとえば北海道から本州、四国、九州へ）心像が完成されるのか、それとも初めから全体像（たとえば日本地図の全体）を思い浮かべるのかという点についてみる。心像形成過程（イメージ潜時が10秒以上の場合は“心像の対象”提示後10秒間）に垂直眼球運動の生起した被験者と生起しなかった被験者がそれぞれ、最初から全体像を思い浮かべたのか、それともまず部分像を思い浮かべたのか（内省報告による）を示したのがTable 2である。そこに示されるように“心像の大きさ”30°においてのみ垂直眼球運動の生起した被験者には部分像を思い浮かべた者が多く、生起しなかった被験者には全体像を思い浮かべた者が多かったが、 χ^2 検定（イエーツの修正）の結果は有意な差はなかった。しかし、30°において部分像を思い浮かべたが垂直眼球運動の生起しなかった2名のうち1名は、垂直方向では2°に満たないものの水平方向も含めると3°以上の眼球運動が観察された。そこで垂直眼球運動ではなく2°以上のすべての眼球運動で見直すと、30°においては χ^2 検定（イエーツの修正）の結果、有意差が出る（ $\chi^2=3.850$, $df=1$, $p<.05$ ）。したがって全体像、部分像という心像形成の方略が眼球運動の生起に関係する可能性も残る。事実、“心像の大きさ”30°・全国地図の条件を与えられた被験者が日本列島を北から順に思い浮かべたところ（内省による）、全くそれと対応して右上から順に左下へ停留点に移っていったというケースもあった。また、心像形成の方略とも多少関係しようが、心像形成時眼球運動の生起に関する別の可能性として、心像形成に努力がいる場合に眼球運動が起こり易いということが考えられる。というのは、先にも触れたように、心像形成過程垂直眼球運動が起こった場合をみるとイメージ潜時が概して長い傾向が認められたのである。心像形成過程垂直眼球運動が全くなかった1°は別として、10°では心像形成過程垂

直眼球運動の生起した6名中5名のイメージ潜時が中央値より高く、30°では同じく9名中8名の潜時が中央値より高かった。中央値検定（イエーツの修正）の結果、10°においては有意な差はなかったが、30°においては心像形成過程垂直眼球運動の生起した群の方が生起しなかった群よりイメージ潜時が有意に長かった（ $\chi^2=8.0$, $df=1$, $p<.01$ ）。もちろんイメージ潜時との関係からだけでは、心像形成に努力がいる場合に眼球運動が起こり易いとは言えないし、ましてや、たとえそうだとしてみてもいかなる心理学的、生理学的基盤からそうなるかは今回の実験からはわからない。

次に、第2の検討すべき点、すなわち、視覚心像に眼球運動が伴う場合、それが心像を形成するためなのか、でき上がった心像を走査するのか、という点に論議をすすめる。結果で示したように、“心像の大きさ”が同じであれば平均眼球運動率は反応前と反応後の間にはほとんど変化はなく、また個人内の変化はさまざまであった。このことは、視覚心像に眼球運動が伴う場合、その眼球運動は反応前にも反応後にも起こり得ることを示す。したがって、反応前の眼球運動は心像形成のため、反応後のは心像の走査とみなしても、本実験結果から二者択一的な結論を出すことはできない。さらに、これは本実験の限界でもあるのだが、内省によれば反応前でもほとんどの被験者はたとえ不鮮明であれ、あるいは部分的にでも何らかの視覚心像を既にもっており、反応前だからといって走査が全くなかったとは断言できないし、反応後も走査の他、心像の維持に眼球運動を必要とした可能性もないとはいえない。その点、“確認の対象”提示直後に心像の当該部分への眼球運動があればそれを走査とみなすことには問題が少ないように思われる。結果は、“心像の大きさ”1°の時は全員“確認の対象”が提示されても眼球運動は起こらなかったが、10°、30°となると、心像の当該部分への走査とみなしうような眼球運動が何人かに見られた一方、眼球運動の起こらなかった者も多かった。心像形成時にも知覚時のような眼球運動

が生じた被験者がいた一方で生じなかった被験者もいたという点、また、 30° で眼球運動のなかった被験者は 10° でも同様の傾向があった点は、振幅や眼球運動数、眼球運動率等に見られた個人差とよく似ているといえよう。“心像の大きさ” 10° や 30° で一部分の有無を確認するという課題が与えられても走査が起こらなかったケースについては、実在対象の知覚時でもありうるように、その部分があるか否かを既に知っていて走査の必要がなかったという可能性もあるが、知覚時とは異なり、心像が可塑的であるために眼を動かさなくとも心像の方が動いたり映画のシーンが変わるごとくに心像が変化して眼を向けていた方向に当該部分が現れたか、心像に位置的变化がなくても眼を動かすことなく心像の周辺部分を“見る”ことができたのではなかろうか。

本実験において観察された心像形成時眼球運動の個人差の問題は、視覚心像と眼球運動の関係を理論的に考えていく際の一つの重要な資料となることも考えられ、今後、さらに検討する必要がある。また、投影された心像の視角の効果ありの場合については、眼球運動を操作あるいは制限した研究も検討すべきであろう（眼球運動を操作した心像形成時眼球運動の研究はHale & Simpson (1970)とJanssen & Nodine (1974)が行っているが、両研究とも心像の視角は考慮されていない）。投影された心像の視角に関係なくほとんど眼球運動がない場合については、眼球運動量としては現れないような微細な変化や質的变化がないかどうかの吟味も必要であろう。なお、本実験で用いられた眼球運動の測定法には、顔面固定を含む姿勢の不自由さ、眼球運動を記録していることを被験者に知られるといった欠点があり、これらの欠点のない測定法での検討も必要であろう。

要 約

視覚心像と眼球運動の関係を扱った研究は多いが、予め視覚刺激を提示する場合を除くと、ほとんどの研究は、知覚時には眼球運動に大きな影響を及ぼす視角（大きさ）に対する配慮を欠いている。そこで本研究においては、視覚心像を外界刺激面上に異なる大きさで投影させる方法がとられ、被験者18名の眼球運動が角膜反射光法により記録された。その結果、心像が 1° の大きさに投影された場合は全員ほとんど眼が動かなかったのに対して、 10° および 30° の大きさに投影された場合はそれぞれ 10° 以内、 30° 以内の範囲で眼が動く被験者（多数）と 1° の場合と同様ほとんど眼が動かない被験者（少数）があり、 10° 、 30° で眼が動いた被験者の場合は心像の一部分に注意を向かせるとその投影箇所への飛越運動がみられることもあった。この結果について、心像形成の方略など、若干の検討と考察がされた。また、眼球運動が生起する場合、形成された心像の走査によるの

か、心像を形成するためのものは個人差が大きく、決定されなかった。

引 用 文 献

- Amadeo, M., & Shagass, C. 1963 Eye movements, attention and hypnosis. *Journal of Nervous and Mental Disease*, **136**, 139-145.
- Brown, B.B. 1968 Visual recall ability and eye movements. *Psychophysiology*, **4**, 300-306.
- Day, M.E. 1964 An eye movement phenomenon relating to attention, thought and anxiety. *Perceptual and Motor Skills*, **19**, 443-446.
- Deckert, G.H. 1964 Pursuit eye movements in the absence of a moving stimulus. *Science*, **143**, 1192-1193.
- Goldthwait, C. 1933 Relation of eye-movements to visual imagery. *American Journal of Psychology*, **45**, 106-110.
- Hale, S.M., & Simpson, H.M. 1970 Effects of eye movements on the rate of discovery and the vividness of visual images. *Perception & Psychophysics*, **9**, 242-246.
- Hall, D.C. 1974 Eye movements in scanning iconic imagery. *Journal of Experimental Psychology*, **103**, 825-830.
- Hebb, D.O. 1968 Concerning imagery. *Psychological Review*, **75**, 466-477.
- Janssen, W.H., & Nodine, C.F. 1974 Eye movements and visual imagery in free recall. *Acta Psychologica*, **38**, 267-276.
- Lenox, J.R., Lange, A.F., & Graham, K.R. 1970 Eye movement amplitudes in imagined pursuit of a pendulum with eyes closed. *Psychophysiology*, **6**, 773-777.
- Luria, A.R. 1966 *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Marks, D.F. 1973 Visual imagery differences and eye movements in the recall of pictures. *Perception & Psychophysics*, **14**, 407-412.
- Nakamizo, S. 1971 A psychophysiological study on eye movement: Some observations of eye movements during waking state with closed eyes by electro-oculograph. 九州大学文学部哲学年報, **30**, 55-68.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Stoy, E.G. 1930 A preliminary study of ocular attitudes in thinking of spatial relations. *Journal of General Psychology*, **4**, 379-385.
- Totten, E. 1935 Eye movements during visual imagery. *Comparative Psychology Monographs*, **11**, 1-45.
- 梅本堯夫・古賀一男・竹田真理子 1975 再認における

眼球運動 日本心理学会第 39 回大会発表論文集, 231.
Zikmund, V. 1972 Physiological correlates of visual
imagery. In P. W. Sheehan (Ed.), *The function
and nature of imagery*. New York: Academic

Press. Pp. 355-387.

—1976. 12. 9. 受稿—

SUMMARY

Very few studies on visual imagery and eye movements, except for experiments where visual stimulus was precedently presented, considered the importance of visual angle or size of images which have an effect on eye movements during perceptual activity. This study was designed to determine (1) whether size of visual image have any effect on eye movements or not, and (2) whether the eye movements, if any, occur in order to construct the image or to scan the constructed image. If ocular activity is associated with the contents of visual imagery, the size of an image would have an effect on eye movements. If eye movements occur in order to construct the image, they would appear in the process of construction of the image, and if they occur in order to scan the constructed image, they would appear after construction and attention to a specific part of the image would induce scanning of the proper part.

Each subject was instructed to imagine various things presented auditorily within an indicated circle of concentric circles presented externally. Thus, the size of the image, i.e. projective angle, was manipulated. The subjects were also instructed to press the button when they had the image and to confirm whether a property of the stimulus, presented ten sec after the presentation of what to imagine, belonged to the image. Corneally reflected eye movements of 18 subjects were examined under three projective angle conditions.

Two types of the subjects were observed

as follows: (1) Majority of the subjects moved their eyes within the projective angle under the 10° condition and the 30° condition whereas under the 1° condition they showed no eye movements except one saccade for 15 sec following the presentation of what to imagine. (2) Some subjects hardly moved their eyes under any of the conditions. Without any effect of the projection of the images on eye movements, the former suggests that the size of a visual image may be one of the determinants of eye movements during visual imagery and that ocular activity may be related to the contents of visual imagery in some cases. On the other hand, the latter suggests that visual imagery does not accompany saccadic eye movements in some cases, at least. As one of the possible causes for these two types of subjects being observed, the effect of strategy of visual imagery, whether the whole image or the partial one was imagined at first, was discussed, but the effect wasn't clear. Asked whether a property of the stimulus belonged to the image, over 60% of the subjects, under the 30° condition, showed a saccade to the proper projected part which might be considered as scanning. However, it was impossible to determine whether the nature of eye movements during imagery was scanning or construction alternatively because eye movements occurred before and after pressing the button and individual differences were observed during the change of the ratio of eye movements.